FACULTAD DE INGENIERIA
MONTEVIDEO

PUBLICACIÓN N.° 9 (1943)
DEL INSTITUTO DE ELECTROTÉCNICA

Serie: Textos y complementos
Grupo: Medidas eléctricas



Estudio crítico de los catálogos de galvanómetros. Datos numéricos de los aparatos de construcción corriente

POR
S. GERSZONOWICZ



MONTEVIDEO
R. O. DEL URUGUAY
NOVIEMBRE 1943

Trabajos aparecidos en 1938 y 1939: un folleto de 95 págs., 23 x 27 cm.

SUMARIO:

S. Gerszonowicz — Historia de la enseñanza de la electrotécnica en la Facultad de Ingeniería de Montevideo.

Lista de los trabajos relativos a electrotécnica, publicados en el Uruguay hasta 1939 incluído.

A. Cisa — Sobre calentamiento de dinamos.

D. Maggiolo Campos — Influencia del "écrouissage" por tracción sobre la permeabilidad de un acero dulce.

S. Gerszonowicz — Los nuevos Laboratorios del Instituto de Electrotécnica.

S. Gerszonowicz — Nota sobre la elección de la cuarta unidad fundamental en electrotécnica.

J. S. Young — Influencia de las condiciones de funcionamiento sobre las características de las lámparas de incandescencia.

S. Gerszonowicz — Sobre la determinación directa y semidirecta de la resistencia crítica de los galvanómetros.

S. Gerszonowicz — Estudio del retorno al cero de los galvanómetros.

D. Maggiolo de Gerszonowicz y S. Gerszonowicz. — Expresión analítica aproximada de la curva Sq (R) del balístico y su aplicación a algunas medidas rápidas.

S. Gerszonowicz — Sobre la cuarta unidad.

Colaboración de **E. Brylinski** — Sobre los sistemas de unidades de medida.

Trabajos aparecidos en 1941 y 1942: un folleto de 77 págs., 16 x 23 cm.

SUMARIO:

Lista de los trabajos relativos a electrotécnica, publicados en el Uruguay en los años 1940, 1941 y 1942.

S. Gerszonowicz — Sobre la corrección debida a los efectos termoeléctricos en las medidas balísticas.

S. Gerszonowicz — Cálculo de las corrientes de corto-circuito trifásico permanente.

S. Gerszonowicz — Cálculo de las corrientes permanentes de corto-circuito entre una fase y tierra o entre dos fases, sin o con tierra, en redes trifásicas.

D. Maggiolo de Gerszonowicz — Sensibilidad del puente de Wheatstone.

S. Gerszonowicz — El aparato de cuerda como galvanómetro de resonancia.

Publicaciones del "Instituto de Electrotécnica"

Montevideo, 1943

Estudio crítico de los catálogos. Datos numéricos de los galvanómetros de construcción corriente.

POR

Prof. S. GERSZONOWICZ

1. Introducción. — En general, los catálogos contienen una descripción más o menos detallada del aparato, fotografías y ciertos datos numéricos; a veces traen también nociones teóricas sobre el funcionamiento. El fabricante se propone con ello facilitar lo más posible la correcta elección del aparato; examinaremos aquí hasta que punto se cumple dicho propósito.

Empecemos por observar que la elección óptima de un aparato no es ni puede ser siempre fácil. Los capítulos precedentes (que deben ser estudiados antes de la elección) sólo suministran una parte de los elementos necesarios; la otra parte depende de las medidas en las cuales el aparato será utilizado. Los métodos de medida están por lo general muy mal discutidos, de modo que el lector debe desconfiar de las recetas gratuitas, que son con frecuencia falsas o válidas sólo en casos particulares. Es casi inútil observar que no siempre hay interés en elegir un aparato muy sensible; la elección de la sensibilidad óptima (no forzosamente máxima), del período ideal y del grado de amortiguamiento del aparato es cuestión de criterio y exige preparación.

Aceptado esto, se deduce que las nociones teóricas están completamente fuera de lugar en los catálogos, porque no pueden

ser tratadas en ellos con la amplitud y el espíritu crítico necesarios, hemos constatado que, tal como se las expone actualmente, inducen a veces a error. En definitiva, las nociones teóricas deben ser suprimidas de los catálogos, que deben contener

1) *datos numéricos,* que dividimos en dos categorías

a) *datos que definen cuantitativamente el comportamiento del aparato en servicio normal.*

Estos conjuntos de valores deben ser completos, aunque no superabundantes; permiten elegir un galvanómetro dado entre todos los del mismo tipo. Los catálogos tratan esta parte en forma insuficiente: sus datos no son nunca completos y, en general, incluyen elementos inútiles, entendiendo por tales los calculables con extrema sencillez a partir de otros. Esta superabundancia de datos, que parece justificarse por el deseo de evitar al cliente algunos cálculos elementales, es ridícula: la elección de un galvanómetro merece siempre reflexión y cálculos, ya que su precio es generalmente elevado y su campo de aplicacación correcta limitado.

b) *datos que definen cuantitativamente la calidad del aparato.*

Es poco frecuente encontrar en los catálogos datos de esta naturaleza, a pesar de su evidente interés para la elección del aparato con vistas a determinado servicio. Así la fijeza del cero después de desviaciones de duración y amplitud variables, la proporcionalidad de la desviación a la magnitud a medir o a su cuadrado, etc., se omiten casi sistemáticamente; ocurre lo mismo en lo referente a la eficacia de los dispositivos adoptados para combatir los efectos parásitos, como las pantallas magnéticas. Notemos al pasar que los datos de la segunda categoría ponen mejor en evidencia los progresos de construcción que los de la primera.

2) *una parte descriptiva,* con fotografías del conjunto y de los detalles y, si es necesario, instrucciones sobre el manejo y la regulación.

Nunca se dará a esta parte demasiada extensión; nunca serán excesivos los datos sobre los detalles de construcción, sobre el reemplazo y la eventual regulación de los diversos órganos, etc. Conviene indicar siempre el peso y las dimensiones del aparato y de sus partes intercambiables. Desgraciadamente todo esto no está siempre suficientemente desarrollado en los catálogos. La descripción debe estar acompañada de croquis y fotografías: estas últimas figuran en general en número suficiente.

En lo que sigue haremos principalmente un estudio crítico de los datos numéricos de la primera categoría, indicando lo que deberían ser y lo que son; haremos también algunas sugestiones sobre los datos numéricos de la segunda categoría.

Gran número de datos numéricos de la primera categoría es por supuesto común a varios o a todos los tipos de galvanómetros; para cada tipo de aparato estos datos varían entre ciertos límites, como se puede ver en la fig. 1, en la que hemos reunido los valores de $S_{\mu A^{-1}}$, T_0, R_c y R_g de los galvanómetros de construcción corriente. La figura está confeccionada sobre la base de los valores tomados de los cuadros I - X incluídos al final de este capítulo; no pudimos hacer figurar otros datos, por ejemplo α_0, porque desgraciadamente no están indicados en los catálogos.

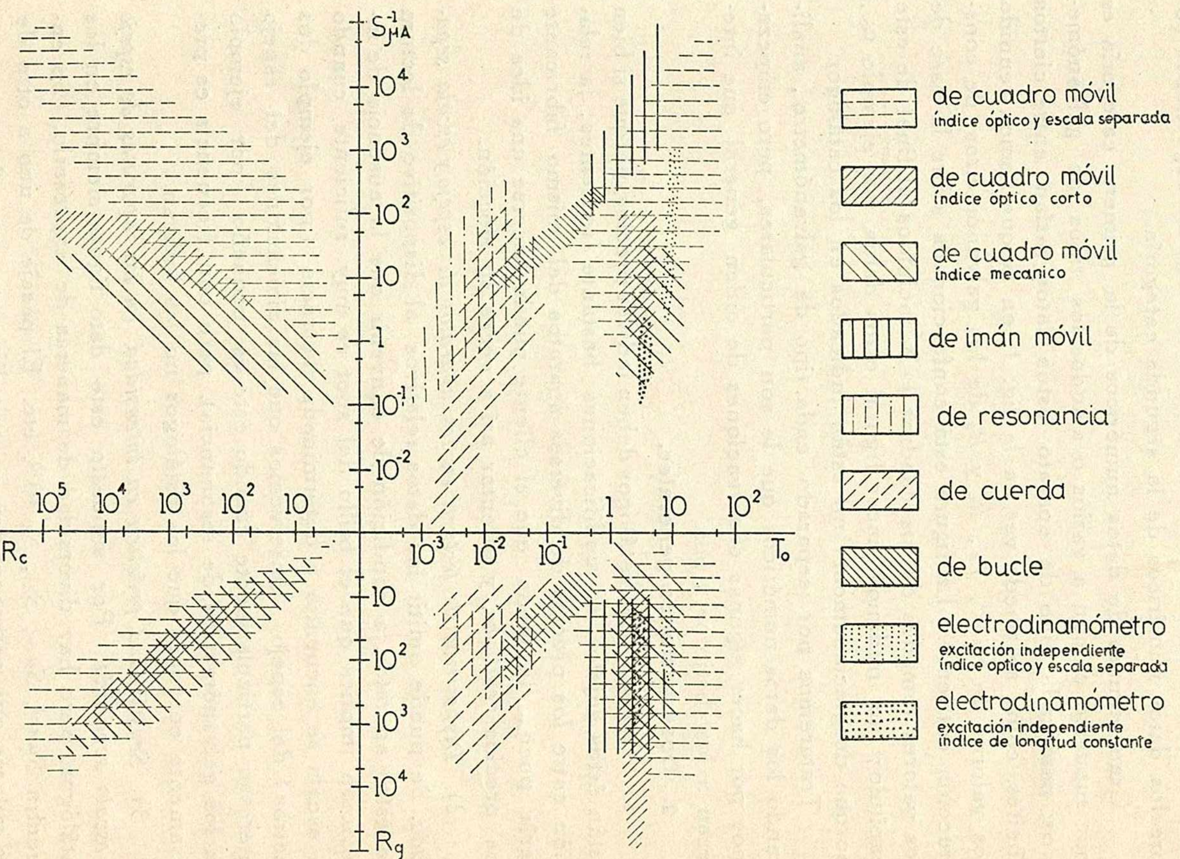
Trataremos por separado cada tipo de galvanómetro, analizando los datos numéricos que le son particulares, pero empezamos por hacer algunas observaciones de orden general que interesan a los distintos tipos.

2. Observaciones generales.

1) *Precios.* Los catálogos deben indicar precios, porque si bien están éstos sujetos a modificaciones bastante frecuentes, la relación entre los precios de diversos aparatos del mismo fabricante varía poco, de modo que el cliente puede hacerse una idea de los precios *relativos*, y orientar así a veces su elección.

2) *Dispositivo de lectura en los aparatos de espejo y escala separada.* Se puede omitir los datos relativos al dispositivo de lectura de estos aparatos, a condición de convenir que la ausencia de indicación implica que el brillo del spot es muy suficiente cuando la escala se encuentra a determinada distancia (por ejemplo dos metros) del espejo. Observemos que las dimensiones del espejo interesan particularmente cuando éste es pequeño (por ejemplo en los galvanómetros de resonancia), pero con frecuencia es precisamente entonces que los catálogos no las indican.

3) *Sensibilidad práctica en intensidad en los aparatos de espejo y escala separada.* Por supuesto este dato figura siempre en los catálogos, pero hay diversidad de maneras de expresarlo. Se encuentra $S_{\mu A^{-1}}$, $S_{\mu A}$, S_A, $S_A . 10^{10}$, etc. El pasaje de uno a otro de los valores que corresponden a estas diferentes expresiones es evidentemente inmediato, pero sería muy útil una uniformización; aquí hemos adoptado $S_{\mu A^{-1}}$: de este modo el valor numérico es



S^{-1}_{JHA}
10^4
10^3
10^2
10
1
10^{-1}
10^{-2}
R_c
10^5
10^4
10^3
10^2
10
10^{-3}
10^{-2}
10^{-1}
1
10
10^2
T_o
10
10^2
10^3
10^4
R_g
de cuadro móvil
índice óptico y escala separada
de cuadro móvil
índice óptico corto
de cuadro móvil
índice mecanico
de imán móvil
de resonancia
de cuerda
de bucle
electrodinamómetro
excitación independiente
índice optico y escala separada
electrodinamómetro
excitación independiente
índice de longitud constante

Fig. 1

mayor para el aparato más sensible. Se podría desde luego acordar la adopción de S_A, que indicamos en general en el texto de las publicaciones N.° 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8; el valor numérico de S_A es por el contrario menor para el aparato más sensible. Recordemos que en los aparatos de desviación proporcional a la corriente

$$S_{\mu A^{-1}} = \frac{10^{-6}}{S_A}$$

La misma falta de uniformidad se encuentra en lo que se refiere a las sensibilidades prácticas en tensión y en cantidad de electricidad.

4) *Período ideal.* A veces los catálogos indican el "período" sin especificar si se trata del período ideal T_o o del período en circuito abierto T_∞; tales valores van acompañados de un signo de interrogación en los cuadros incluídos al final de este capítulo. En algunos casos se indica T_∞, pero no se da α_o.

Cuando se trata de un balístico, se dan a veces el tiempo t_1 que emplea el aparato, en condiciones de amortiguamiento crítico, en alcanzar la elongación partiendo del cero, y (!) el tiempo t_r de retorno al cero, pero se omite en este último caso la relación $n = \frac{d_{max}}{d_{min}}$ de la elongación a la mínima desviación apreciable y no se especifica si t_r se cuenta a partir del instante de la descarga o del de la elongación. Ahora bien, para $\alpha = 1$, tanto t_1 como t_r (que también depende de n) se calculan a partir de T_o (ver la publicación N.° 1, **8** y **10**) de modo que no hay ninguna ventaja en indicar t_1 o t_r (y n) en lugar de T_o. Se debería uniformizar; la indicación de T_o nos parece la más correcta, aún cuando — ya que α_o debe ser indicado — puede sustituirse por T_∞. Recordemos que $T_o = T_\infty \sqrt{1 - \alpha_o^{\ 2}}$: T_o y T_∞ sólo se confunden prácticamente si $\alpha_o < \sim 0{,}15$.

5) *Precisión.* Es necesario indicar la precisión con que se garantiza cada uno de los datos de primera categoría. Algunos catálogos indican esta precisión; es de desear que tal proceder se generalice.

3. Galvanómetros de cuadro móvil, de índice óptico y escala separada.

A. Datos requeridos.

Los datos indispensables para poder caracterizar el funcionamiento de un aparato de construcción corriente en diversos circuitos, son

1) *resistencia interior* R_g *y resistencia auxiliar* r_g, dispuesta en serie con el sistema móvil, en los aparatos que la contienen

2) *resistencia crítica,* R_c, o, en los aparatos con shunt magnético, los límites de su variación

3) *período ideal,* T_o, o, si el valor de T_o es afectado por la posición del shunt magnético, los límites de su variación

4) *sensibilidad práctica en intensidad,* por ejemplo $S_{\mu A^{-1}}$, o, en los aparatos con shunt magnético, los límites de su variación

5) *grado de amortiguamiento en circuito abierto,* α_o, o, si el valor de α_o es afectado por la posición del shunt magnético, los límites de su variación.

Además es necesario indicar

6) *mayor corriente admisible,* $I_{m.a.}$: es la mayor corriente constante que puede atravesar el aparato durante 0,1 de segundo sin riesgo de deteriorarlo.

Repitamos que debe conocerse la precisión con que se garantiza cada uno de los valores precedentes.

En aparatos con cuadros de dos arrollamientos y en los de cuadros o sistemas intercambiables deben conocerse los datos *A1 — A6* relativos a cada cuadro o sistema.

En casos particulares puede ser útil conocer datos (las dimensiones del cuadro etc.) que no se utilizan normalmente; se puede admitir que estos datos sólo se suministren a pedido.

Conociendo *A1 — A5* se calcula inmediatamente

7) *sensibilidad práctica por microvolt,* $S_{\mu V^{-1}}$

$$S_{\mu V^{-1}} = \frac{S_{\mu A^{-1}}}{R_g} \quad \text{o} \quad S_{\mu V^{-1}} = \frac{S_{\mu A^{-1}}}{R_c}$$

según la definición

8) *sensibilidad práctica por microcoulomb,* $S_{\mu C^{-1}}$

$$S_{\mu C^{-1}} = S_{\mu A^{-1}} \frac{2\pi}{T_o} f$$

donde

$$f = e^{-\frac{\alpha}{\sqrt{1-\alpha^2}} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{1-\alpha^2}}{\alpha}}$$

En particular $f = 1$ para $\alpha = 0$ y $f = 1/e = 0{,}37$ para $\alpha = 1$.

El conocimiento de la sensibilidad práctica en cantidad de electricidad en circuito abierto, $S_{\mu C^{-1}{}_o}$, permite determinar con aproximación muy suficiente el valor $S_{\mu C^{-1}}$ de la sensibilidad prác-

tica en cantidad de electricidad en un circuito de resistencia total R cualquiera, aplicando la relación

$$S\mu c^{-1} = S\mu c^{-1}{}_0 \frac{R}{R + m R_c}$$

donde $m = e^{1 - \frac{\lambda_0}{\pi} arctg \frac{\pi}{\lambda_0}} - 1$; si $\alpha_0 << 1$ se hará $m = 1,72$.

9) *sensibilidad normal o factor de mérito*; esta noción no presenta interés alguno (ver la publicación N.° 2, **III, 11**).

10) *grado de amortiguamiento en circuito cerrado, de resistencia total R*

$$\alpha = \alpha_0 + (1 - \alpha_0) \frac{R_c}{R}$$

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

Examinemos sucesivamente los diversos datos.

1) *Resistencia interior*, R_g, con la especificación de la resistencia adicional cuando ésta forma parte del aparato: nada que señalar.

2) *resistencia critica*, R_c: en general los catálogos indican la resistencia crítica exterior $R_{ce} = R_c - R_g$; creemos más útil adoptar R_c que interviene directamente en las fórmulas.

Para los aparatos con shunt magnético, ciertos catálogos dan una serie de valores límites e intermedios de R_c y de los valores de $S\mu A^{-1}$ correspondientes; como ya indicamos (ver la publicación N.° 2, **III, 11**) tal serie es inútil puesto que se deduce de la relación

$$S\mu A^{-1} = Cte.\ R_c{}^{1/2}$$

Interesa conocer los valores límites y a lo sumo uno intermedio. Observación análoga se puede formular para los aparatos con shunt magnético cuyo par director depende de la posición del shunt; se tiene entonces (ver la publicación N.° 2, **III, 11**)

$$S\mu A^{-1} = Cte.\ R_c{}^{1/2}\ T_0{}^{3/2}$$

3) *período ideal*, T_0: nada que señalar (fuera de la observación formulada en el parágrafo 2).

4) *sensibilidad práctica en intensidad*, $S\mu A^{-1}$; nada que señalar (fuera de la observación formulada en el parágrafo 2).

5) *grado de amortiguamiento en circuito abierto*, α_o: no obstante su importancia, es sistemáticamente omitido en los catálogos. Se observará que frecuentemente α_o no es despreciable frente a la unidad.

6) *mayor corriente admisible*, $I_{m.a.}$: no figura nunca en los catálogos a pesar de su interés en ciertos casos porque permite fijar las precauciones en el empleo del aparato.

7) *sensibilidad práctica por microvolt*, $S\mu V^{-1}$: está generalmente indicada. Tal indicación es completamente inútil puesto que $S\mu V^{-1}$ se calcula a partir de $S\mu A^{-1}$ y R_c o R_g. Conviene notar que no existe acuerdo sobre su definición, eligiéndose unas veces R_c, otras R_g, como resistencia del circuito en que actúa la d.d.p.

Creemos que esta magnitud debe suprimirse de los catálogos.

8) *sensibilidad práctica por microcoulomb*, $S\mu C^{-1}$: está frecuentemente indicada; no hay uniformidad en su definición; ciertos catálogos indican su valor para $\alpha = 0$, otros para $\alpha = \alpha_o$ (¡ omitiendo el valor de α_o !), otros finalmente para $\alpha = 1$. Creemos que esta magnitud, calculable mediante $S\mu A^{-1}$, T_o, R_c y α_o, debe suprimirse.

9) *sensibilidad normal o factor de mérito*. Esta magnitud felizmente no se indica en los catálogos; hemos mostrado su inutilidad en la publicación N.° 2, **III, 11**

Conclusiones. Creemos que en virtud de su extendido empleo el galvanómetro de cuadro móvil debe ser objeto de una normalización internacional, hoy inexistente. Dicha normalización debería prescribir la indicación obligatoria de los datos de primera categoría enumerados en *A1 — A6* y la supresión de otros, de acuerdo con la discusión que precede. Cada dato estaría acompañado de la precisión con que se lo garantiza.

También debería incluirse datos de segunda categoría. A título de sugestión proponemos se indique la fijeza del cero y de las desviaciones en el siguienie ciclo de la corriente en el aparato: 0, $0{,}5\ I_m$, I_m, $0{,}5\ I_m$, 0, $-0{,}5\ I_m$, $-I_m$, $-0{,}5\ I_m$, 0, donde I_m es la corriente que provoca la mayor desviación del spot, primitivamente en el centro de la escala; cada una de las corrientes del ciclo debe mantenerse constante durante un tiempo t a fijar (igual por ejemplo a 2 segundos). Sean $d_o = 0$, d_1, d_2, d'_1, d'_o, d''_1, d''_2, d'''_1 y d'''_o los valores absolutos de las desviaciones respectivas; la calidad del aparato se definirá por Δd_o igual al mayor de los

valores d'_o y d'''_o, por Δd_1, igual a la mayor de las diferencias $(d_1 - d'_1)$ y $(d''_1 - d'''_1)$ y por $(d_2 - d''_2)$, teniendo en este último caso gran cuidado de eliminar toda diferencia entre d_2 y d''_2 debida a una insuficiente regulación del despositivo de lectura. Se indicará además la mayor de las diferencias $(2d_1 - d_2)$ y $(2d''_1 - d''_2)$ después de efectuada la corrección del arco tangente.

Como otra sugestión mencionemos la indicación de las variaciones ΔT_o de T_o y $\Delta \alpha_o$ de α_o cuando se desplaza el shunt magnético entre las posiciones extremas en los aparatos en los cuales teóricamente tal desplazamiento no debería afectar las citadas magnitudes; en los aparatos sin shunt magnético se podría agregar uno provisoriamente, fijando sus dimensiones, su material y el lugar de aplicación, según el imán del aparato.

C. Datos numéricos.

Hemos reunido en el cuadro I (ver al final del capítulo) los dotos numéricos de los aparatos de construcción corriente de diversos fabricantes, recalculándolos en lo necesario. Véase también la fig. 1.

4. Galvanómetros de cuadro móvil de índice mecánico o de índice óptico corto, de longitud invariable.

A. Datos requeridos.

Estos datos sólo difieren de los enumerados en *A1* — *A6* del parágrafo 3, en los siguientes puntos:

a) en ciertos aparatos la variación del grado de amortiguamiento con la resistencia del circuito de medida es pequeña; en tal caso la posición *A2* del parágrafo 3 puede ser modificada, indicándose $\alpha_{c/c}$, grado de amortiguamiento en corto-circuito, en vez de R_c;

b) la sensibilidad práctica en intensidad (posición *A4* del parágrafo 3) sa expresa por la intensidad de la corriente que provoca la desviación de una *división*, no forzosamente igual a un milímetro, o también por la intensidad de la corriente que provoca la desviación de toda la escala. Sin embargo, para uniformizar, y por analogía con los galvanómetros de cuadro móvil de índice óptico y escala separada, hemos adoptado para definir la sensibilidad práctica en intensidad, el número de *divisiones* de la escala que corresponde a $1\,\mu A$;

c) deben agregarse las siguientes posiciones

7) *número de divisiones y la posición del cero* (lateral o en el centro)

8) *longitud de la escala* o *valor en milímetros de una división*

9) *ángulo correspondiente a la desviación total* o *la longitud del índice*.

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

1) *resistencia interior* R_g: nada que señalar

2) *resistencia crítica* R_c, *o grado de amortiguamiento en corto circuito*, $\alpha_{c/c}$: la resistencia crítica, o más bien la resistencia crítica exterior, es a veces indicada; $\alpha_{c/c}$ no lo es nunca.

3) *período ideal*, T_o: nada que señalar

4) *sensibilidad práctica en intensidad*: nada que señalar fuera de la falta de uniformidad en la definición

5) *grado de amortiguamiento en circuito abierto*, α_o: no se indica nunca

6) *mayor corriente admisible*, $I_{m.a.}$: no se indica nunca

7) *número de divisiones y posición del cero:* nada que señalar

8) *longitud de la escala* o *valor en milímetros de una división:* no se indica siempre

9) *ángulo correspondiente a la desviación total* o *longitud del índice:* se indica pocas veces

10) *sensibilidad práctica en volt o por microvolt:* se indica a veces; debe suprimirse por ser calculable a partir de la sensibilidad práctica en intensidad y de R_g o de R_c

11) *sensibilidad práctica en coulomb o por microcoulomb:* se indica a veces; debe suprimirse por ser calculable mediante $S\mu A^{-1}$, T_o, α_o y R_c o $\alpha_{c/c}$.

Conclusiones. De los datos de la primera categoría, se deben indicar R_g, R_c o $\alpha_{c/c}$, T_o, $S\mu A^{-1}$, α_o, $I_{m.a.}$ y la precisión con que se los garantiza, el número de divisiones y la posición del cero, la longitud de la escala y la del índice.

Los datos de segunda categoría, pueden suministrarse sólo a previo pedido, puesto que los aparatos tratados en este parágrafo se utilizan por lo general en métodos de cero, o para medidas groseras.

C. Datos numéricos.

Ver los cuadros II y III y la fig. 1 ($S\mu A^{-1}$ en div/µA).

5. Galvanómetros de imán móvil.

A. Datos requeridos.

En principio son necesarios los mismos datos $A1 - A6$ que para los galvanómetros de cuadro móvil de índice óptico y escala separada, con las siguientes diferencias

a) el grado de amortiguamiento electromagnético es en general muy pequeño frente a α_o, lo que se traduce por la relación $R_c \ll R_g$: la resistencia crítica no tiene entonces sentido físico, de modo que en la posición $A2$ del parágrafo 3 se puede reemplazar R_c por $\alpha_{c/c}$;

b) la corriente límite $I_{m.a.}$ admisible sin riesgo de deterioración está aquí determinada por consideraciones de índole magnética y no térmica como en los aparatos de cuadro. Por consiguiente se definirá $I_{m\,a.}$ como la mayor corriente inicial de descarga en el aparato y no como una corriente constante que puede atravesar el galvanómetro durante $0,1\ s$.

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

1) *resistencia interior* R_g: con frecuencia el aparato tiene varias (dos o cuatro) bobinas, que pueden ser acopladas de distintas maneras. Ciertos catálogos indican los valores de R_g para diversos acoplamientos lo que es por supuesto superfluo. Basta indicar un solo valor, siempre para el mismo acoplamiento: proponemos que se adopte el acoplamiento serie, aunque podría también adoptarse el paralelo.

Si el aparato posee bobinas intercambiables, se indicará por supuesto R_g para cada juego de bobinas.

2) *resistencia crítica,* R_c, *o grado de amortiguamiento en cortocircuito,* $\alpha_{c/c}$: nunca se indica.

3) *período ideal,* T_o. El período ideal, como la sensibilidad, puede regularse por imanes directores. Basta indicar los valores extremos de T_o y $S\mu A^{-1}$; no se darán los valores intermedios en vista de la relación $S\mu A^{-1} = Cte.\ T_o{}^2$, válida a igualdad de las bobinas y de su acoplamiento.

4) *sensibilidad práctica en intensidad.* Ciertos catálogos indican, para aparatos que tienen varias bobinas, los valores de la sensibilidad relativos a diversos acoplamientos; tal proceder es inútil dado que, a igualdad de la posición del imán director, se tiene $S\mu A^{-1} = Cte \sqrt{R_g}$ (ver la publicación N.° 2, III, 10); basta pues in-

dicar $S\mu A^{-1}$ para un solo acoplamiento: nosotros hemos elegido el acoplamiento serie.

Cuando el aparato posee bobinas intercambiables, la relación $S\mu A^{-1} = Cte \sqrt{a R_g}$ a T_o dado, sólo permite deducir la variación de $S\mu A^{-1}$ con R_g si se conocen los valores de a en función de R_g; recordemos que a es la relación a la sección transversal de la bobina, de su parte ocupada por el conductor. Sin embargo a menudo las relaciones $S\mu A^{-1} = Cte\, R_g{}^{1/2}$ o $S\mu A^{-1} = Cte\, R_g{}^{2/5}$ dan resultados suficientemente exactos en primera aproximación: basta entonces indicar un solo par de valores de $S\mu A^{-1}$ y R_g y la relación correspondiente; en caso contrario se indicarán los valores de $S\mu A^{-1}$ relativos a todos los valores de R_g. Desde luego suponemos el acoplamiento serie para todos los juegos de bobinas.

5) *grado de amortiguamiento en circuito abierto,* α_o: no se indica nunca

6) *mayor corriente de descarga admisible,* I_{ma}: no se indica nunca

7) *sensibilidad práctica por microvolt o en volt.* Generalmente se indica, pero debe suprimirse por ser calculable a partir de $S\mu A^{-1}$ y de R_g

8) *sensibilidad práctica por microcoulomb o en coulomb.* Debe suprimirse por ser calculable a partir de $S\mu A^{-1}$, T_o, α_o y $\alpha_{c/c}$

9) *sensibilidad normal o factor de mérito.* Debe suprimirse (ver la publicación N.° 2, III, **11**).

Conclusiones. De los datos de la primera categoría, los catálogos deben indicar los siguientes valores, siempre relativos a un acoplamiento determinado de las bobinas: R_g, $\alpha_{c/c}$, α_o, $I_{m.a}$ y los valores límites de T_o y $S\mu A^{-1}$; para cada juego de bobinas deben darse los valores de R_g, $\alpha_{c/c}$, $I_{m.a.}$ y, a menos de indicar la ley de la variación de $S\mu A^{-1}$ con R_g, los de $S\mu A^{-1}$. Se indicará la precisión con que se garantiza cada dato.

En los datos de la segunda categoría vale la sugestión sobre la fijeza del cero y de las desviaciones formulada para el galvanómetro de cuadro móvil de indice óptico y escala separada (ver el parágrafo 3, B, conclusiones); además sería interesante conocer por números la eficacidad de las pantallas magnéticas y de las suspensiones astáticas.

C. Datos númericos.

Ver el cuadro IV y la fig. 1.

6. Galvanómetro de resonancia.

A. Datos requeridos.

El aparato está construído de modo que su frecuencia ideal puede ser regulada a un valor cualquiera comprendido dentro de una zona $\triangle f$ de frecuencias, más o menos estrecha y que debe siempre ser indicada.

Si la sona es estrecha, vale decir si el galvanómetro está construído para una sola frecuencia y el intervalo de regulación sólo sirve para corregir las variaciones de la frecuencia de la fuente y para adaptar el aparato a los circuitos de características diversas, el funcionamiento del aparato en corriente de frecuencia f y forma de onda dadas está definido cuando se conocen

1) *frecuencia ideal* f_0 relativa a la regulación considerada

2) *resistencia interior,* R_g

3) *coeficiente de self-inducción interior,* L_g

4) *sensibilidad práctica máxima en intensidad en corriente sinusoidal de frecuencia* f_0, $S\mu A_{max}^{-1}$

5) *grado de amortiguamiento en circuito abierto,* α_0

6) *factor de reacción,* h_0

Además conviene conocer

7) *mayor valor eficaz de la corriente que puede, sin peligro de deterioración, atravesar el aparato,* $I_{m.a.}$. Si el efecto perjudicial es de índole térmica, se referirá $I_{m.a.}$ a $0,1$ s.

8) *corriente y potencia de excitación* (para los aparatos con electroimán)

9) *dimensiones del espejo:* como el espejo es muy pequeño el brillo del spot puede no ser satisfactorio con el dispositivo usual del ectura.

Los datos *A1* — *A6* permiten, teóricamente, determinar el funcionamiento del aparato cualquiera que sean el circuito y la frecuencia f, pero el acuerdo entre la teoría y la práctica será mejor cuando f sea muy vecino o igual a f_0, como es en general el caso.

Si la zona $\triangle f$ es ancha, es decir si el aparato está construído para funcionar satisfactoriamente bajo varias frecuencias, tal funcionamiento está teóricamente determinado por las posiciones *A2* — *A6* relativas a una frecuencia cualquiera f_0 del intervalo $\triangle f$ (dato *A1*), puesto que los datos que varían con la regulación, $S\mu A_{max}^{-1}$ y α_0, lo hacen en forma inversamente proporcional a f_0. Pero en realidad los coeficientes característicos del movimiento dependen en menor o mayor grado de la regulación del aparato, de

modo que puede ser necesario especificar la variación con f_o de parte o de la totalidad de las magnitudes $S\mu A_{max}^{-1}$, α_o (ya no más proporcionales a $1/f_o$), h_o, R_g y L_g.

En los aparatos con sistemas móviles intercambiables la discusión que precede vale para cada uno de estos sistemas, aunque conviene notar que las posiciones *A2* y *3* puden en determinados casos variar muy poco con el cambio de sistema.

En ciertos aparatos se puede ajustar A_o: es necesario entonces indicar los límites de la variación correspondiente de $S\mu A_{max}^{-1}$, α_o y h_o (*A4 — 6*). Por otra parte en algunos aparatos se puede hacer variar *g*; en los galvanómetros de cuadro móvil se indicarán los límites de la variación correspondiente de $S\mu A_{max}^{-1}$ y h_o (*A4* y *6*) y en los de imán los valores d R_g, L_g, $S\mu A^{-1}$, h_o e $I_{m.a.}$ (*A2 — 4, 6, 7*) relativos a las diversas bobinas intercambiables.

Recordemos que a partir de algunos de los datos precedentes se puede calcular

9) *sensibilidad práctica máxima por microvolt en corriente sinusoidal de frecuencia* f_o, $S\mu V_{max}^{-1}$

$$S\mu V_{max}^{-1} = \frac{S\mu A_{max}^{-1}}{R_g\, h_o}$$

10) *resistencia efectiva en un circuito en el cual* $f = f_o$, R'_g

$$R'_g = R_g\, h_o$$

11) *ancho de resonancia en funcionamiento bajo corriente de amplitud constante, a* °/o

$$a\,°/_o = \alpha_o \sqrt{3} \times 100$$

12) *sensibilidad práctica relativa, correspondiente a la armónica del orden n, en funcionamiento bajo corriente de amplitud constante*

$$\frac{S\mu A^{-1}{}_n}{S\mu A_{max}^{-1}} = \frac{2\,\alpha_o}{n^2 - 1}$$

13) *tiempo de retorno al cero,* $t_{r_{1o}}$ (ver la publicación N.° 5, 10)

$$t_{r_{1o}} = \frac{0{,}37}{\alpha_o f_o}$$

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

Es muy poco frecuente encontrar todos los datos necesarios, y a veces abundan los datos superfluos. Se puede aceptar como

datos característicos de cada aparato (o de cada sistema móvil en los aparatos con sistemas móviles intercambiables) $\triangle f$ y las posiciones *A1 — 8*; si el aparato (o el sistema móvil) está destinado a trabajar en una ancha zona de frecuencias y no se puede admitir la constancia de las posiciones *A 2, 3, 6* y la variación de *A4* y *5* en forma inversamente proporcional a f_o, se especificará $\triangle f$, *A7* y *8* y la variación de *A2—6* en función de f_o. Con estas convenciones son superfluas las posiciones *A9 — 13* y deben suprimirse, aunque es cierto que algunas de las posiciones fundamentales *A2—8* pueden ser reemplazadas por otras elegidas en el grupo *A9 — 13*; así por ejemplo no hay inconveniente en adoptar bajo *A6 en vez de* h_3 la posición $S\mu V_{max}^{-1}$ (*A9*) o la R'_g (*A 10*).

C. Datos numéricos.

Ver los cuadros V y VI y la fig. I (leer $S\mu A_{max}^{-1}$ en vez de $S\mu A^{-1}$).

7. Galvanómetros de cuerda.

A. Datos requeridos.

1) *naturaleza y diámetro de la fibra*

2) *resistencia de la fibra,* R_g

3) *resistencia crítica,* R_c, o sus límites de variación en los aparatos cuya fibra es de tensión regulable

4) *período ideal fundamental,* T_{o1}, o sus límites de variación

5) *sensibilidad práctica en intensidad,* $S\mu A^{-1}$, o sus límites de variación

6) *grado de amortiguamiento de la vibración fundamental en circuito abierto,* α_{o1}, o sus límites de variación

7) *mayor corriente constante que el aparato puede soportar 0,1 s sin peligro de deterioración,* $I_{m.a.}$

8) *tensión y potencia de excitación* (en los aparatos con electroimán)

9a) *aumento del microscopio,* o

9b) *diámetro del espejo* según el dispositivo de observación adoptado.

A partir de $S\mu A^{-1}$ y de R_g, o eventualmente R_c, se puede deducir

10) *sensibilidad práctica por microvolt*

$$S\mu V^{-1} = \frac{S\mu A^{-1}}{R_g} \quad \text{o} \quad S\mu V^{-1} = \frac{S\mu A^{-1}}{R_c}$$

según la definición.

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

No se indican nunca α_{o1} ni $I_{m.a.}$; a veces falta también R_c (que podría reemplazarse por $\alpha_{c/c1}$); los otros datos están por lo general indicados correctamente. Se debería pues completar los datos con las posiciones *A3* (si falta), *A6* y *A7* y suprimir la posición *A10*, puesto que la sensibilidad práctica por microvolt, superflua, está invariablemente indicada.

Cierto catálogo indica la sensibilidad normal o el factor de mérito; es imprescindible suprimir esta magnitud, mal calculada y peor que inútil como hemos visto en la publicación N.° 7, 4.

En aparatos con cuerda de tensión regulable hemos recomendado indicar solamente los límites de variación de R_c, T_{o1}, $S\mu A^{-1}$ y α_{o1}; en efecto los valores intermedios son superfluos, dado que las relaciones $S\mu A^{-1} = Cte. \; T_{o1}^2$ y $\alpha_{o1} \, w_{o1} = b_l = Cte.$ se cumplen prácticamente.

C. Datos numéricos.

Ver el cuadro VII y la fig. 1.

8. Galvanómetros de bucle.

A. Datos requeridos.

Con una sola excepción estos datos son los mismos que para el galvanómetro de cuadro móvil de índice óptico y escala separada: como la observación se hace con microscopio, se debe indicar su aumento *G*. Los valores de R_c, T_o, $S\mu A^{-1}$ y α_o deben darse para las dos posiciones posibles del bucle: suspendido y apoyado.

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

Los catálogos no indican nunca R_c, α_o, $I_{m.a.}$; a veces falta *G* y hasta $S\mu A^{-1}$. Se completarán pues los datos en consecuencia; se suprimirá la sensibilidad práctica por microvolt.

C. Datos numéricos.

Ver el cuadro VIII y la fig. 1 ($S\mu A^{-1}$ en div./mm).

9. Electrodinamómetros de índice óptico y escala separada.

A. Datos requeridos.

1) *mayor frecuencia a la cual el aparato puede ser correctamente empleado,* f_{max}

2) *resistencia del sistema fijo,* r_g

3) *coeficiente de self-inducción del sistema fijo,* l_g

4) *resistencia del sistema móvil,* R_g

5) *coeficiente de self-inducción del sistema móvil,* L_g

6) *corriente continua normal de excitación,* I_e

7) *sensibilidad práctica en intensidad en corriente continua, para la corriente normal de excitación,* $S_{\mu A}{}^{-1}$

8) *período ideal,* T_o

9) *grado de amortiguamiento en circuito abierto,* α_o

10) *resistencia crítica,* R_c

11) *mayor corriente admisible sin peligro de deterioración durante 0,1 s en el sistema móvil,* $I_{m.a.}$

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

Los datos nunca son completos: faltan siempre f_{max}, α_o, R_c e $I_{m.a.}$, y a veces L_g y hasta T_o. En ocasiones figuran datos superfluos; así un catálogo indica además de la sensibilidad práctica en intensidad con excitación separada, relativa a la corriente de excitación I_e, la sensibilidad práctica en intensidad con autoexcitación, dato que se deduce del precedente (ver el capítulo **IX, 11**).

Sería útil no sólo completar los datos de primera categoría indicando f_{max}, α_o, R_c, $I_{m\,a.}$ y, si faltan, L_g y T_o, sino también agregar algunos datos de segunda categoría. Los electrodinamómetros sin hierro son sensibles a los campos magnéticos parásitos de modo que interesa toda indicación *cuantitativa* de la eficacia de los dispositivos particulares adoptados para reducir la acción de dichos campos, a saber pantallas magnéticas o sistemas astáticos. También convendría disponer de datos relativos a la proporcionalidad de la desviación a la corriente y sobre la fijeza del cero y de las desviaciones, pudiéndose adoptar en este último sentido la sugestión expuesta en el parágrafo 3, a propósito de los galvanómetros de cuadro móvil de espejo y escala separada.

C. Datos numéricos.

Ver el cuadro IX y la fig. 1.

10. Electrodinamómetros de índice mecánico o de índice óptico corto, de longitud invariable.

A. Datos requeridos.

A los datos *A1 — A11* del parágrafo precedente se agregará:

12) *número de divisiones y posición del cero*

13) *longitud de la escala* o *valor en milímetros de una división*

14) *ángulo correspondiente a la desviación total* o *longitud del índice.*

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

Los datos son incompletos; faltan f_{max}, L_g, α_o, R_c, $I_{m.a.}$ y la longitud del índice; se deben completar en consecuencia.

En los aparatos con órganos móviles intercambiables los datos *1, 4, 5, 7—11* deben, por supuesto, indicarse para cada órgano móvil.

C. Datos numéricos.

Ver el cuadro X y la fig. 1.

II. Aparatos de fuerza termoeléctrica.

1. Galvanómetro de Duddell.

A. Datos requeridos.

a) *aparatos de índice óptico y escala separada.*

1) *límite superior de la frecuencia de empleo determinado por la validez de la calibración efectuada en corriente continua,* f_{max}

2) *resistencias de los elementos calefactores,* r_c

3) *período ideal,* T_o

4) *sensibilidad práctica en intensidad* o mejor dicho sus límites para valores extremos de r_c. En los aparatos de desviación proporcional al cuadrado de la intensidad, la sensibilidad práctica en intensidad se define como la intensidad de corriente (en ampere, microampere etc.) que provoca una desviación de *d* mm, estando la regla a *1*m del espejo; se hace $d = 1$ mm, o $d = 10$ mm, o aún $d = 250$ mm. Nosotros, para mayor uniformidad con lo que precede, adoptamos su definición como la desviación debida a una corriente de *1*μA estando la regla a *1*m del espejo, $S_{\mu A^{-1}}$ (ver la publicación N.° 8, 11).

5) *grado de amortiguamiento,* α

6) *mayor corriente admisible durante 0,1* s *en el elemento calefactor,* $I_{m.a.}$.

b) *aparatos de índice mecánico.*

1, 2, 3, 5, 6) como los acabamos de indicar para el aparato de índice óptico y escala separada

4) *sensibilidad práctica en intensidad,* definida como la corriente que provoca la desviación de toda la escala

7) *número de divisiones*

8) *longitud de la escala*

9) *ángulo correspondiente a la desviación total* o *longitud del índice.*

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

a) Faltan los valores de α, f_{max} e $I_{m.a.}$; en cambio figuran, como siempre, algunos datos superfluos. En efecto, si bien es necesario indicar los valores de las resistencias de los elementos calefactores disponibles, es inútil dar las sensibilidades relativas a cada uno de ellos porque la intensidad I que corresponde a una desviación d dada varía en razón inversa de la raíz cuadrada de r_c; basta pues (y hasta sobra) con indicar los valores extremos de la sensibilidad.

b) Faltan los valores de α, f_{max}, $I_{m.a.}$, de las longitudes de la escala y del índice y el número de divisiones.

C. Datos numéricos.

Ver el cuadro XI A.

II. Termopares.

A. Datos requeridos.

1) *límite superior de la frecuencia de empleo determinado por la validez de la calibración efectuada en corriente continua,* f_{max}.

2) *resistencia del elemento calefactor,* r_c

3) *resistencia del par,* R_p

4) *corriente normal,* I_n

5) *fuerza termoeléctrica* E_n *correspondiente a* I_n

6) *mayor corriente admisible durante* 0,1 s, $I_{m.a.}$ *y, eventualmente, menor corriente que provoca la fusión,* I_f

Si la fuerza termoeléctrica E no es prácticamente proporcional al cuadrado de la corriente I a medir, interesa que se indique $E = f(I_n/2)$ además de $E_n = f(I_n)$.

B. Datos de los catálogos y su crítica. Conclusiones.

Los datos de primera categoría están en general correctamente indicados; el valor de f_{max} no se conoce siempre sin embargo y el de $I_{m.a}$ se presenta sin indicación del tiempo durante el cual esta corriente puede tolerarse. Pocas veces figuran datos de segunda categoría, por ejemplo los que precisan la influencia de la temperatura ambiente sobre la fuerza termoeléctrica.

C. Datos numéricos.

Ver el cuadro XI B.

CUADRO I

Galvanómetros de cuadro móvil de espejo y de escala separada

Tipo o N.° del catálogo	Peso kg	δ mm	R_g Ω	R_c Ω	T_o s	$S_{\mu A}^{-1}$ mm./m.μA	α_o	$I_{n.a}$ μA
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.° 167 y List N.° 163 A								
41142/1		8	25	155	6	110		
/2		8	150	aperiódico	6	260		
/3		8	400	aperiódico	6	550		
41661/1			10	aperiódico	2	2,5		
/2			1000	aperiódico	2	25		
/3			33	155	3,9	30		
41811/1		10	15	315	15	300		
/2		10	15	415	22	600		
/3		10	300	6300	22	4000		
/4		10	2800	59000	22	12000		
41127/		4 × 4 1)	35		1,5	180—300 2)		
/		4 × 4 1)	460		3,2	2350—3900 2)		
41147/			30	630	3,5	180		
/			150	2650	3,5	410		
/			400	6400	3,5	800		
41152			50	170	1,3	200		
41157/1		8	40		1,3	15		
/2		8	1000		1,3	170		

1) Espejo cuadrado.
2) Shunt magnético.

Tipo o N.° del catálogo	Peso kg	δ mm	R_g Ω	R_c Ω	T_o s	$S_{\mu A}^{-1}$ mm./m.μA	α_o	$I_{n.a}$ μA
H. Tinsley & Co, London - Inglaterra Catalógo: List N.° 168, junio 1938								
4500 A 1)	1,2		10	160	2	140		
			50	850	2	300		
			140	1650	2	400		

1) Suspensión tensa; aparato sin nivel. Variación del cero menor de 1 mm para desviaciones ángulares de cualquier sentido menores de ~ 15°.

(Continúa)

(**Cuadro I,** continuación)

Leeds & Northrup Co, Philadelphia - Estados Unidos de Norteamérica Catálogo: E D 1939								
HS 2284 a		6,5	21	61	1,5	120		
" 2284 b		6,5	16	26	7	520		
" 2284 c			15	35	5	350		
" 2284 d			25	75	5	750		
" 2285 a		9,5	17	42	7,5	420		
" 2285 b		9,5	16	56	5	280		
" 2285 d		13	700	40700	27	14300		
" 2285 e		13	12	512	25	1300		
" 2285 f		9,5	800	70800	20	25000		
" 2285 g		9,5	500	10500	7	3330		
" 2290		9,5	800	100800	40	100000		
R 2500 a		13	12	62	5	125		
" 2500 b		13	500	10500	6	2000		
" 2500 c		13	40	340	5	200		
" 2500 e		13	500	2700	3	333		
" 2500 f		13	500	22500	14	10000		
" 2500 g		13	500	7500	6	2000		
P 2239 a		16	115	1)	8	70		
" 2239 b		16	1000	2)	14	1000		
" 2239 c		16	35	200	12	135		
" 2239 d		16	2000	12000	26	2070		
" 2239 e		16	60	290	24	350		
" 2239 f		16	8000	54000	18	5000		
Marine 2255 3)		9,5	270	100300	2	50		
2260 a		13	22	72	2	10		
2260 b		13	100	300	2	20		
2260 c		13	1350	6350	2	100		

Los sistemas móviles son intercambiables: para los aparatos 2285 *a*, *b* o *f*; los 2285 *d* o *e*; los 2260 *a*, *b* o *c*.

1) Se trabaja satisfactoriamente entre 10000 y 100000 ohm. ¿R_c = ?
2) Se trabaja satisfactoriamente entre 10000 y 25000 ohm. ¿R_c = ?
3) Suspensión tensa; aparato con electroimán, excitación 6V, 0,5 A.

P. J. Kipp & Zonen, Delft - Holanda Catálogo: Instruments scientifiqus, A.								
Moll "Original"		6	55	56−215	1,3 (?)	95−175		
A		5	340	2350−200300	7 (?)	5900−50000		

(Continúa)

(**Cuadro I,** continuación)

B		5	340	1050—70350	3,5 (?)	1250—10000		
Moll (1)		5	25	26—225	2—5 (?)	200—2500		
Moll-Burger (2)				26	1,5 (?)	137		
		5	25	85	1,6—3,6 (?)	256—910		
				250	1,7—5,1 (?)	555—3330		
Za		8	7	8—57	1,3 (?)	40—143		
Zb		8	10	11—210	3 (?)	200—670		
Zc		8	15	30—415	7 (?)	830—2500		
Zd		8	25	105—2025	3 (?)	400—2000		
Ze		8	25	225—3025	7 (?)	2000—6700		
Moll "Micro"		3	20	21—75	0,2 (?)	25—40		
Balistique		10	100	200—1600	30 (?)	2220—8000		
Moll "MR"		8	80	81—230	2,5 (?)	48—77		

Todos los aparatos Kipp tienen shunt magnético.
Los sistemas móviles de los aparatos Za, Zb, Zc, Zd y Ze son intercambiables.

1) Aparato cuyo par director depende en parte del campo magnético principal.
2) Aparato cuyo par director depende en parte de un campo magnético auxiliar regulable independientemente.

Hartmann & Braun AG, Frankfort a. M. - Alemania

Catálogo: Tarif vert, 1928

150 I	3,4		50 (+50)	450	5 (25)	250		
150 II			5	5		25		
151 I	3,4		50 (+50)	350	1,5	125		
151 II			5	5		20		
155 I	3,4		700 (+300)	6700	5 (25)	665		
155 II			5	8		25		
158 I	3,4		700 (+9300)	700	8 (35)	1450		
158 II			5	10		50		
159	3,4		2200	202000	15	20000		
176	3,4		2,4	5,4	15	59		
591 I	2,8		100	600	4	250		
591 II			7	7		25		
172 I	3,4		50	400	5 (35)	145		
172 II			50	400		145		
173 I	3,4		300	1100	5 (28)	220		
173 II			300	1100		220		

(Continúa)

Los cuadros de todos los aparatos, excepto los 159 y 176, tienen 2 enrollamientos, I y II; los valores de la resistencia crítica de cada enrollamiento se entienden con el circuito del otro enrollamiento abierto. Los valores entre paréntesis en la columna de la resistencia interior corresponden a resistencias adicionales, en serie con el cuadro, ubicadas en el interior del galvanómetro. Los valores del período se entienden en circuito abierto; los valores entre paréntesis son los que se obtienen después de haber depositado una masa auxiliar sobre el cuadro con ayuda de una palanca que posee el aparato.

Siemens & Halske, Berlin, Siemensstadt - Alemania
Catálogo: Handliste Teil Vb, 1936

157001 { I	2,8	8	480	6500—75500	8 (?)	4000—14300		
157001 { II			11	13,5—160		200—670		
157005	2,8	8	70 (+2000)	220—4070	7 (?)	310—1250		
157007	2,8	8	350 (+4000)	500—7700	4 (?)	310—1250		
157009	2,8	8	330 (+5000)	900—10000	2,5 (?)	330—1110		
157011	2,8	8	23 (+100)	24—253	3 (?)	59—200		
157025	2,7	5	8	9—30	0,5 (?)	7,7—13,3		
157050	2,4	15	50	800	7 (?)	200		
157055	4,1	14	350 (+150)	1550—∞	63	750—1250		
157057	4,1	14	25 (+25)	25—∞	63	60—100		

El cuadro del aparato 157001 es de dos enrollamientos, I y II. Todos los aparatos, excepto el 157050, tienen shunt magnético. Los valores entre paréntesis en la columna de la resistencia interior corresponden a resistencias adicionales, en serie con el cuadro, ubicadas en el interior del aparato. El sistema móvil del aparato 157005 se adapta al aparato 157007, así como el del aparato 157009 al 157011 y el del aparato 157055 al 157057.

Ateliers J. Carpentier, Paris - Francia
Catálogo: Galvanomètres

A1				1,8	1 (?)	0,16		
A4				6,2	3,5 (?)	2		
C5				103	12,8 (?)	50		
D6				1090	32 (?)	666		
F6				18000	25 (?)	2000		
G1			18	33	1,4 (?)	4		
G4			27	197	8,2 (?)	143		
H1			75	145	1,4 (?)	7,7		
H4			80	830	8,2 (?)	286		
I1			275	555	1,3 (?)	160		
I4			280	3080	8 (?)	590		
J1			1000	2200	1,3 (?)	31		
J4			1000	13000	8 (?)	1250		

Estos aparatos han sido seleccionados entre los indicados en el catálogo.

CUADRO II

Galvanómetros de cuadro móvil con índice óptico corto, de longitud invariable

Tipo o N.° del catálogo	Peso kg	R_g Ω	R_c Ω	T_o s	$S_{\mu A}{}^{-1}$ div./μA	α_o	$I_{m.a.}$ μA	Número de divisiones	Longitud de la escala mm	Longitud del índice mm
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.° 163 A										
41159/1		40		1,3	5			1)		2 x 300
/2		1000		1,3	60			1)		
1) 1 división = 1 mm										
Leeds & Northrup Co, Philadelphia - Estados Unidos de Norteamérica Catálogo: E D 1939										
2400 a 1)	2,7	300	10300	3	50			165—0—165	132	
b 1)	2,7	23	103	3	10			165—0—165	132	
c 1)	2,7	1000	16000	3	100			165—0—165	132	
2420 a 2)	2,3	300	10333	3	25			25—0—25	50	
b 2)	2,3	23	103	3	4			25—0—25	50	
c 2)	2,3	1000	16000	3	40			25—0—25	50	
d 2)	2,3	300	2300	3	25			25—0—25	50	
1) Lectura con anteojo; sistemas móviles intercambiables. 2) Sistemas móviles intercambiables.										
General Electric Co, Schenectady - Estados Unidos de Norteamérica Catálogo: Electric Instruments, GEA - 602 H, 1942										
32 C 230 G 1	2,3	13,6	13,6	3,5	6,7			40—0—40	80	
2	2,3	8,5	28,5	2	2,7			40—0—40	80	
3	2,3	6,1	18,1	1,5	1,3			40—0—40	80	
4	2,3	5,3	11,3	1	0,7			40—0—40	80	
32 C 231 G 1	2,3	20	160	3,5	13			40—0—40	80	
4	2,3	12	42	1	1,3			40—0—40	80	
32 C 232 G 1	2,3	58	760	3	27			40—0—40	80	
4	2,3	49	190	1	2,8			40—0—40	80	
32 C 233 G 1	2,3	180	2680	3	50			40—0—40	80	
4	2,3	171	720	1	5			40—0—40	80	
32 C 235 G 1	2,3	710	10700	3	105			40—0—40	80	
4	2,3	700	2600	1	10,5			40—0—40	80	
32 C 236 G 1	2,3	2280	50300	4	222			40—0—40	80	
2	2,3	2280	28300	2,3	91			40—0—40	80	
3	2,3	2280	19300	1,7	45			40—0—40	80	
4	2,3	2280	14300	1,2	23			40—0—40	80	
32 C 240 G 1 1)	5,6	13,6	43,6	3,5	36			50—0—50	100	
2 1)	5,6	8,5	28,5	2	14			50—0—50	100	
3 1)	5,6	6,1	18,1	1,5	7,2			50—0—50	100	
4 1)	5,6	5,3	11,3	1	3,6			50—0—50	100	
32 C 241 G 1 1)	5,6	20	160	3,5	67			50—0—50	100	
4 1)	5,6	12	42	1	6,7			50—0—50	100	
32 C 242 G 1 1)	5,6	58	760	3	143			50—0—50	100	
4 1)	5,6	49	190	1	15			50—0—50	100	
32 C 243 G 1 1)	5,6	180	2680	3	270			50—0—50	100	
4 1)	5,6	171	720	1	28			50—0—50	100	
32 C 245 G 1 1)	5,6	710	10700	3	555			50—0—50	100	
4 1)	5,6	700	2600	1	56			50—0—50	100	
32 C 246 G 1 1)	5,6	2280	50300	4	1250			50—0—50	100	
2 1)	5,6	2280	28300	2,3	500			50—0—50	100	
3 1)	5,6	2280	19300	1,7	250			50—0—50	100	
4 1)	5,6	2280	14300	1,2	125			50—0—50	100	
No se indicaron las características de los aparatos 32 C 231 G 2 y 3, 32 C 232 G 2 y 3, 32 C 233 G 1 y 3, 32 C 235 G 1 y 3, 32 C 241 G 2 y 3, 32 C 242 G 2 y 3, 32 C 243 G 2 y 3, 32 C 245 G 2 y 3; están comprendidas entre las de los aparatos G 1 y 4 respectivos. - Los sistemas móviles son intercambiables. 1) La escala está también marcada de 0 a 100. Aparatos con amplificación óptica.										
Siemens & Halske, Berlin - Siemensstadt - Alemania Catálogo: Galvanomètre à repère lumineux										
13818	3	9+1 1)		2—3 ?	1			0—100		
13819	3	12+100 1)		2—3 ?	5			0—150		
13820	3	100+1000 1)		2—3 ?	10			0—100		
13821 a	3	22+1200 1)		2—3 ?	33			0—150		
13823	3	500+10000 1)		2—3 ?	50			0—150		
13824	3	1850+100000 1)		2—3 ?	100			0—100		
1) El primer número corresponde a la resistencia del sistema de medida, el segundo a una resistencia adicional contenida en el aparato. La resistencia entre los bornes es la total.										

CUADRO III

Galvanómetros de cuadro móvil con índice mecánico

Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra
Catálogo: List N.º 162, 163 A y 167.

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	R_g Ω	R_c Ω	T_o s	$S_{\mu A}^{-1}$ div./μA	α_o	$I_{n.a.}$ μA	Número de divisiones	Longitud de la escala mm	Longitud del índice mm
41311/1	1,1	5		3	0,1			35—0—35	80	
/2	1,1	10		3	0,15			35—0—35	80	
/3	1,1	50		3	0,3			35—0—35	80	
/4	1,1	1000		3	1,5			35—0—35	80	
41315/1	0,2	40		3	0,025			20—0—20		
/2	0,2	500		3	0,1			20—0—20		
41321/1	1,3	5		4	0,28			10—0—100	75	
/2	1,3	10		4	0,42			10—0—100	75	
/3	1,3	50		4	0,83			10—0—100	75	
/4	1,3	10+40 1)		4	0,42			10—0—100	75	
/5	1,3	10+90 1)		4	0,42			10—0—100	75	
/6	1,3	10+490 1)		4	0,42			10—0—100	75	
/7	1,3	1000		4	4,2			10—0—100	75	
41331/1	2	5		4	0,33			0—120	120	
/2	2	10		4	0,5			0—120	120	
/3	2	50		4	1			0—120	120	
/4	2	10+40 1)		4	0,5			0—120	120	
/5	2	10+90 1)		4	0,5			0—120	120	
/6	2	10+490 1)		4	0,5			0—120	120	
/7	2	1000		4	5			0—120	120	
41338/1	1,8	10		4	1,2			0—120	120	
/2	1,8	1000		4	12			0—120	120	
41339/1	1,8	10		4	2			0—120	120	
/2	1,8	1000		4	20			0—120	120	
41341/1	6	10		4	0,5			0—150	170	
/2	6	50		4	1			0—150	170	
/3	6	10+40 1)		4	0,5			0—150	170	
/4	6	10+90 1)		4	0,5			0—150	170	
/5	6	10+490 1)		4	0,5			0—150	170	
/6	6	1000		4	2			0—150	170	
/7	6	350		4	5			0—150	170	
/8	6	1700		4	10			0—150	170	
41172/1	0,7	1,3		1?	0,0033			0—120	80	
/2	0,7	200		1?	0,12			0—120	80	
/3	0,7	250		4?	0,48			0—120	80	
12151/1	3,9	70		12	15—10			0—150	165	
/2	3,9	1000		12	25			0—150	165	
12111/1	4,9	19		4	1,5			0—150	165	
/2	4,9	34		4	1,2			0—150	165	

1) El primer valor representa la resistencia del cuadro, el segundo la resistencia adicional; la resistencia entre bornes es la total.

Leeds & Northrup Co, Philadelphia - Estados Unidos de Norteamérica
Catálogo: E D 1939

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	R_g Ω	R_c Ω	T_o s	$S_{\mu A}^{-1}$ div./μA	α_o	$I_{n.a.}$ μA	Número de divisiones	Longitud de la escala mm	Longitud del índice mm
2310 a 1)	1,8	12	32	2,5	0,5			15—0—15	30	
b 1)	1,8	25	135	3	1			15—0—15	30	
c 1)	1,8	250	2050	3	4			15—0—15	30	
d 1)	1,8	1000	11000	3,5	8			15—0—15	30	
e 1)	1,8	16	46	4,5	1			15—0—15	30	
2320 a	0,9	20	70	3	0,2			15—0—15	30	
b	0,9	20	70	3	0,25			15—0—15	30	
c	0,9	250	1200	3	1			15—0—15	30	
d	0,9	1000	3400	3	2			15—0—15	30	

1) La escala del aparato está inclinada 45º sobre el plano horizontal.
Los sistemas móviles de los aparatos 2310, así como los de los aparatos 2320, son intercambiables.

(Continúa)

General Electric Co, Schenectady - Estados Unidos de Norteamérica
Catálogo: Electric Instruments, G E A - 602 H

32 C 200 G 1	0,7	13,3	31	4,5	1			15—0—15	36	
2	0,7	8,2	17	3	0,4			15—0—15	36	
3	0,7	6,2	11	2	0,2			15—0—15	36	
4	0,7	4,9	7	1,5	0,1			15—0—15	36	
32 C 201 G 1	0,7	20	120	4	1,9			15—0—15	36	
4	0,7	12	35	1,5	0,2			15—0—15	36	
32 C 202 G 1	0,7	55	655	4	4			15—0—15	36	
4	0,7	47	147	1,5	0,4			15—0—15	36	
32 C 203 G 1	0,7	180	2680	4,5	7,7			15—0—15	36	
4	0,7	171	670	1,5	0,8			15—0—15	36	
32 C 205 G 1	0,7	700	10700	4	15,6			15—0—15	36	
4	0,7	700	2300	1,5	1,6			15—0—15	36	
32 C 206 G 1	0,7	2200	32200	4,5	33			15—0—15	36	
2	0,7	2200	22200	3	13,3			15—0—15	36	
3	0,7	2200	17200	2	6,7			15—0—15	36	
4	0,7	2200	12200	1,5	3,3			15—0—15	36	

El sistema móvil de estos aparatos es intercambiable.
No se indicaron las características de los aparatos 32 C 201 G 2 y 3, 32 C 202 G 2 y 3, 32 C 203 G 2 y 3, 32 C 205 G 2 y 3; estan comprendidas entre las de los aparatos G 1 y 4 respectivos.

Weston Electrical Instrument Corp., Newark-Estados Unidos de Norteamérica
Catálogo: N.° 12 A, 1939

440	1,25	4000	64000	2,7 ?	20			30—0—30	60	
	1,25	1000	12500	2,7 ?	10			30—0—30	60	
	1,25	150	1150	2,7 ?	4			30—0—30	60	
	1,25	50	200	2,7 ?	2			30—0—30	60	
	1,25	3,5	14	2,7 ?	0,45			30—0—30	60	
375		23			0,045			30—0—30	60	
699		125			0,5			30—0—30	60	

P. J. Kipp & Zonen, Delft - Holanda
Catálogo: Instruments scientifiques, A.

A 38 1)		10		7 ?	1			0—100	130	100

1) El aparato trae también la graduación 50—0—50; su número es entonces A 39.

Hartmann & Braun, Frankfurt a. M. - Alemania
Catálogo: Tarif vert, 1928

210	0,95	150	210	1,2	0,3			30—0—30	60	
211	0,95	4	7	2,4	0,2			30—0—30	60	
187	2,7	85	385	2,6	1			10—0—140	150	
212	1,1	270	770	6	3,8			30—0—30	60	
216	1,1	4,5	7	6	0,4			30—0—30	60	
192 { I / II 1)	3,3	50 5	950 5	14	15,4 1,2			70—0—70	154	
198 { I / II 1)	3,4	500 5	3500 10	12 (30)	25 1,2			5—0—130	148	

Los valores del período de todos los aparatos son en circuito abierto; el valor entre paréntesis del aparato 198 es el que se obtiene después de haber depositado una masa auxiliar sobre el cuadro, con ayuda de una palanca que posee el aparato.

1) Aparatos con cuadros de dos enrollamientos.

Siemens & Halske, Berlín, Siemensstadt - Alemania
Catálogo: 1933, partie V.

13801	0,2	10	1)		0,02			15—0—15		
13802	0,2	100	1)		0,07			15—0—15		
13803	1,5	1,5	2,5		0,1			25—0—25		
13804	1,5	100	175		1			25—0—25		

(Continúa)

13805	1,5	650	1650		4			25—0—25		
13806	0,8	22	35		0,2			40—0—40		
13807	0,8	80	380		0,8			40—0—40		
13811	2,2	250	350		2,5			0—150		
13812	2,2	750	1050		4			0—200		
13814	2,5	15 (+135) ²)	150		1,7			75—0—75		
13815	2,5	750	1550	4,5	6,7			0—200		
13816	2,5	700	7700		33			0—200		

1) $\alpha_{c/c} < 1$
2) El valor entre paréntesis corresponde a una resistencia auxiliar en serie con el cuadro.

Chauvin - Arnoux, Paris - Francia

à suspension élastique /		5			0,33			0—100		
/		120			1,33			0—100		
/		800			5			0—100		
A P 33 /		3			0,005			0—100		
/		100			1			0—100		
/		1200			10			0—100		
A C C 34 /		4			0,1			0—100		
/		80			1			0—100		
/		2500			20			0—100		
Bipivots /		20			20			25—0—25		
/		100			8			25—0—25		
/		2000			1,5			25—0—25		

Trüb, Täuber & Co, Zürich - Suiza
Catálogo: Lista N.º 92

Pg 60800	1,5	100			0,2			20—0—20		95

Se construye también un galvanómetro diferencial del mismo tipo, Pg 60801.

CUADRO IV

Galvanómetros de imán móvil

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	Dimensiones del espeio mm	R_g Ω	$\alpha_{c/o}$	T_o s	$S_{\mu A}{}^{-1}$ mm/m.µA	α_o	$I_{m.a.}$ µA
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.º 167 y List N.º 163 A								
Paschen 41214 1)	8	1,5 × 1,5	12		0,5 – 6	100—14600		
" 41211 1)	8	1,5 × 1,5	3000		0,5 – 6	915—132000		
41246/1 2)	5,6	2,5 × 2,5	20		? —6	? —1200		
/2 2)	5.6	2,5 × 2,5	100		? —6	? —2260		
/3 2)	5,6	2,5 × 2,5	1000		? —6	? —5700		
41241/1 3)	1	2,5 × 2,5	10		? —7,5	? —1400		
/2 3)	1	2,5 × 2,5	100		? —7,5	? —3500		
/3 3)	1	2,5 × 2,5	1000		? —7,5	? —9000		

Todos los aparatos son astáticos, con T_o y $S_{\mu A}{}^{-1}$ regulables. El espejo es cuadrado.

1) Aparatos de 4 bobinas con pantallas magnéticas; R_g y $S_{\mu A}{}^{-1}$ corresponden a las bobinas en serie.
2) Aparato de 2 bobinas con pantallas magnéticas; R_g y $S_{\mu A}{}^{-1}$ corresponden a las bobinas en serie.
3) Como el aparato del tipo 41246 pero sin pantallas magnéticas.

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	Dimensiones del espeio mm	R_g Ω	$\alpha_{c/o}$	T_o s	$S_{\mu A}{}^{-1}$ mm/m.µA	α_o	$I_{m.a.}$ µA
Leeds & Northrup Co, Philadelphia - Estados Unidos de Norteamérica Catálogo: E D 1939								
Coblentz 2270			40		5	5000		

Aparato de 4 bobinas, astático, con pantallas magnéticas; R_g y $S_{\mu A}{}^{-1}$ corresponden a las bobinas en serie.

CUADRO V

Galvanómetros de resonancia de imán móvil y de cuerda

La columna $S\mu V_{max}^{-1}$ ha sido incluída para los casos en que los catálogos traen $S\mu A_{max}^{-1}$ y $S\mu V_{max}^{-1}$ pero no R_g ni h_o.

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	δ mm	Δf Hz	f_o Hz	R_g Ω	L_g H	$S\mu A_{max}^{-1}$ mm/m.μA	α_o	h_o	$S\mu V_{max}^{-1}$ mm/m.μV	$I_{m.a}$ μA	Excitación U V	Excitación I A
Galvanómetros de imán móvil													
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.º 162													
Schering-Schmidt 41531	23,6		25—120	25			47					12	0,04
				50			40						0,12
				75			29						0,34
				100			22						0,45
				120			18						0,65
Hartmann & Braun, Frankfort a. M. - Alemania Catálogo: Tarif vert, 1928													
Schering-Schmidt 379 [1])	3,9		10—75	10	70	0,6	14					12,5	0,25
				25			20						
				50			6,6						
				75			3,3						
			30—160	30			5						
				50			10						
				100			5						
				150		0,1	2						
1) Aparato con dos sistemas móviles, intercambiables, uno para 10—75 Hz, otro para 30—160 Hz.													
Siemens & Halske, Berlin, Siemensstadt - Alemania Catálogo: Vb, 1936													
Schering-Schmidt 157081	2		15—60		41	0,25	150—45					2	0,03
157082	2		40—80		41	0,25	200—90					2	0,03
157083	1,5		15—25				150—100					imán	
157084	1,5		50 ± 5	50			65					imán	
El sistema móvil del aparato 157081 se adapta al aparato 157082; el del aparato 157083 al 157084.													
E. Leybold's Nachfolger A. G., Köln - Bayental - Alemania Catálogo: Sonderliste 6.													
Meissner-Adeberger				50			500			1,25			
El aparato puede equiparse con dos sistemas móviles: uno para 15—400 Hz, otro para 400—750 Hz. La desviación se mantiene constante para una variación de frecuencia de 10—15 Hz.													
Allgemeine Elektrizität's Geselschaft, Berlin - Alemania													
Rump A			30—100				350—96	0,008—0,003		3,7—1			
Rump B			10—60				480—86	0,03—0,005		5,1—0,8			
Rump C			50 ± ?	50			785	0,0055		7,4			
Trüb - Täuber, Zürich - Suiza													
VS 035001			50 ± 0	50	180	1,3	100	0,005				imán	
VST 035007	6		50 ± 10	50			30					imán	
Se suministran también sistemas móviles para 25 Hz. Los aparatos son de imán director; R_g y L_g del aparato VS corresponden al acoplamiento en serie de las dos bobinas que comprende.													
Galvanómetros de cuerda													
P. J. Kipp & Zonen, Delft - Holanda Catálogo: Instruments scientifiques													
Moll, A 40			100—2500	250	30		30					4	1
				1000			3,5						
				2000			2						

CUADRO VI

Galvanómetros de resonancia de cuadro móvil

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	δ mm	$\triangle f$ Hz	f_o Hz	R_g Ω	L_g H	$S\mu_{A_{max}}{}^{-1}$ mm/m.μA	α_o	h_o	$I_{m.a.}$ μA
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.º 162 y 163 A										
Campbell										
41521/1 1)	5,5		10—100				90—190—6			
/2	5,5		20—200				100—180—2			
/3	5,5		30—300				70—154—4			
/4	5,5		60—600	100	20		63	0,0015	67	
				300			21		51	
				500			7,5		34	
				600			3,5		20	
/5	5,5		200—1200				23—1			
41501/ 2)	0,35			50±5			90			
/				100±15			60			
/				800±15			1,5			
/				1000±15			0,8			
1) Los cuadros son intercambiables. 2) El aparato puede suministrarse con un dispositivo de regulación a distancia de la tensión del hilo.										
Leeds & Northrup Co, Philadelphia - Estados Unidos de Norteamérica Catálogo: E D 1939										
2350 a			55—75	60	800		40	0,0015		
2350 b 1)			55—75	60	0,25			0,0015		
Los aparatos pueden suministrarse con un dispositivo de regulación a distancia de la tensión del hilo. 1) $S\mu_{V_{max}}{}^{-1} = 0{,}5$ mm/m. μV.										
Hartmann & Braun, Frankfort a. M. - Alemania Catálogo: Tarif vert 1928										
540	7		25—125	25	15		33,3			
				50			14,3			
				100			12,5			
	5,4		125—3000	200—300	50		10			
				300—600			1			
				600—2000			0,1			
				2000—3000			0,01			
Los bucles de 25—125 Hz y 125—3000 Hz son intercambiables.										
Chauvin - Arnoux, Paris - Francia										
			20—100	50	600		60			

CUADRO VII

Galvanómetros de cuerda

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	Cuerda Naturaleza	d µm	R_g Ω	R_c Ω	T_{o1} s	$S_{\mu A^{-1}}$	α_{o1}	$I_{m.a.}$ µA	Excitación U V	Excitación P W	G	Dimensiones del espejo mm
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.º 167													
Einthoven 53113	30	cuarzo dorado	2	6000		0,0036—0,008	2—50			220 110 24 o12	40	600	—
		" "	3	4000		0,004—0,01— — aperiódico	2—50— —60000					600	
		" "	5	1400		0,0044—0,02	2—50					600	
		" "	5	4000		0,02	200					600	
		platino	12	125		0,0035—0,02	0,1—3,3					600	
		cobre	12	12		0,002—0,1	0,1—2,5					600	
41434	4,5	cobre	12	10		0,0015—0,0035	0,001—0,01					40	—
El aparato N.º 41434 es de imán permanente y tiene dos fibras regulables separadas.													
P. J. Kipp & Zonen, Delft - Holanda Catálogo: Instruments scientifiques, A.													
Moll-Van Dyck TSA		1)	1)	8,5 2)	1 3)	0,02	2,5			8	16	—	8×15
					50		3,6						
					100		5						
					∞		6						
TSB		1)	1)	5 2)	1 3)	0,01	1,2			8	16	—	8×15
					50		1,8						
					100		2,1						
					∞		2,3						

Espejo rectangular. Los sistemas móviles, de 0,02 s y 0,01 s respectivamente, son intercambiables. Estos aparatos se fabrican con imán permanente y shunt magnético, pero en tal caso sus sistemas móviles no son intercambiables.

1) Interesan los datos relativos a la cuerda propiamente dicha y a la semi-espira soldada a ésta.
2) El valor indicado se entiende entre bornes; interesa conocer las resistencias de la cuerda y de la semi-espira por separado.
3) Los valores de esta columna son los de la resistencia del circuito exterior que hace $\alpha = 1$.

CUADRO VIII

Galvanómetros de bucle

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	G	R_g Ω	R_c Ω	T_o s	$S\mu A^{-1}$ div /μA	α_o	$I_{m.a.}$ μA
C. Zeiss, Jena - Alemania Catálogo: Galvanómetros de bucle								
Mechau								
Bucle de cinta s					0,2	27		
a	6,5	840	4—8		0,6	133		
Bucle de hilo	6,5		14—24		0,02			
s — bucle suspendido; a — bucle apoyado.								
E. Leybold's A. G., Köln - Bayental - Alemania Catálogo: Sonderliste 6.								
Deubner			5		0,2	10		

CUADRO IX

Electrodinamómetros de índice óptico y escala separada

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	δ mm	f_{max} Hz	sistema fijo r_g Ω	l_g H	sistema móvil R_g Ω	L_g H	I_e A	$S\mu_A^{-1}$ mm/m.μA	T_o s	α_o	R_c Ω	$I_{m.a.}$ μA
Leeds & Northrup Co, Philadelphia - Estados Unidos de Norteamérica Catálogo: E. D. 1939													
2570		9,5		110	2,9	18		0,1	290	10			
2440				125	0,11	200	0,015	0,1	20	10			
2450		13		25	0,012	35	0,005	0,1	2	8			
El aparato 2570 es de núcleo de hierro; los aparatos 2440 y 2450 son astáticos.													
Hartmann & Braun, Frankfurt a. M. Alemania Catálogo: Tarif vert, 1928													
378 a I	5,3			1000	0,8	500	0,025	0,03	500				
378 a II	5,3			100	0,08	50	0,0025	0,1	167				
378 a III	5,3			8	0,008	8	0,00025	0,3	83				
Los aparatos tienen una pantalla magnética de hierro subdividido.													

CUADRO X

Electrodinamómetros de índice mecánico o de índice óptico corto, de longitud invariable

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	f_{max} Hz	sistema fijo r_g Ω	l_g H	sistema móvil R_g Ω	L_g H	I_e A	$S_{\mu A^{-1}}$ div./μA	T_o s	α_o	R_c Ω	$I_{m.a.}$ μA	Número de divisiones	Longitud de la escala mm	Longitud del índice mm
Leeds & Northrup Co, Philadelphia - Estados Unidos de Norteamérica Catálogo: E. D. 1939															
2460	2,8		20	0,0033	200	0,0033	0,1	0,1	3				25—0—25	50	
2370 a	2,8		27,5	0,28	20		0,5	0,2	2,6				15—0—15	30	
2370 b	2,8		27,5	0,28	50		0,5	1	2,6				15—0—15	30	
2370 c	2,8		27,5	0,28	1000		0,5	2	2,6				15—0—15	30	

El aparato 2460 es astático y de índice luminoso corto. Los aparatos 2370 a, 2370 b y 2370 c, de índice mecánico, tienen sus sistemas móviles intercambiables.

CUADRO XI

Aparatos de fuerza termoeléctrica

A. Galvanómetro de Duddell

a) Aparatos de índice óptico y escala separada

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	δ mm	f_{max} MHz	r_c Ω	T_0 s	$S_{\mu A}^{-1}$ mm/m.1μA	α	$I_{m\alpha}$ μA
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.º 162 y 163 A								
41611 [1]	10,3			100 4	3-4	0,0028 0,00011	~ 1	

1) Se fabrican también los elementos calefactores, intercambiables, de $r_c = 1000$, 400, 40, 10 y 1 Ω.

b) Aparatos de índice mecánico

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	f_{max} MHz	r_c Ω	T_0 s	I de plena desviación mA	α	$I_{m\alpha}$ mA	Número de divisiones	Longitud de la escala mm	Longitud del índice mm
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.º 162										
41631	4,5		150		10			0—1,0—1,5—2,0 a 10,0 [1]	145	120
41633	4,5		1,5		100			0—10—15—20 a 100 [1]	145	120

1) Escala cuadrática; de 2,0 a 10,0 y 20 a 100 graduada en décimos de división y en divisiones respectivamente.

(Continúa)

(**Cuadro XI**, continuación)

B. Termopares

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	f_{max} MHz	r_c Ω	R_p Ω	I_n mA	E_n mV	$I_{m.a.}$ mA
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.º 163 A							
41670 1)			1600	13	1,25	6	2,5
41676 1)			400	8	2,5	6	5
41677 1)			90	8	5	6	10
41671 1)			30	8	10	6	20
41672 1)			12	4	25	6	50
41678 1)			4	4	50	6	100
41673 1)			1	4	150	6	300
41679 1)			0,4	4	500	6	1000
41675 1)			0,32	4	700	6	1100
41674 1)			0,2	4	1000	6	1500
41681 2)			20	15	37	6	100
41682 2)			10	15	37	6	170
41683 2)			3	15	130	6	280
41684 2)			1	15	220	6	500
41685 2)			0,4	15	330	6	1000
1) Elementos en el vacío. 2) Elementos de 10 pares en serie, de distancia regulable entre el calefactor y los pares; la sensibilidad indicada es la máxima.							
Weston Electrical Instrument Corp., Newark - Estados Unidos de Norteamérica Catálogo: N.º 12 A, 1939							
					1,5		
					2		
					5		
					7,5		
					10		
					20		
					50		
					100		
					150		
					200		
					300		
					500		
Elementos en el vacío.							

(Continúa)

(**Cuadro XI,** continuación)

General Electric Co, Schenectady-Estados Unidos de Norteamérica
Catálogo: Electric instruments, 1942

91 X 531		60 [1]	800	14	1,3 – 2,9	5—15	4 (30)
91 X 532		60 [1]	400	14	2 – 4,5	5—15	8 (100)
91 X 533		60 [1]	40	12	3,5—10	5—15	20 (40)
91 X 534		60 [1]	14	10	13 – 25	5—15	40 (100)
91 X 535		60 [1]	5	5	25 – 50	5—15	100 (275)
91 X 536		60 [1]	2,5	5	55 – 110	5 – 15	200 (450)
91 X 537		60 [1]	1	5	125 – 250	5—15	400 (900)

Elementos en el vacío.

Los valores de las columnas I_n mA y E_n mV se corresponden respectivamente. Los valores entre paréntesis en la columna $I_{m.a.}$ mA son los de la intensidad de fusión.

El cambio relativo de la f.e.m. con la temperatura ambiente es inferior a 0,2 % por 1° *C*. El coeficiente medio de temperatura de la resistencia de los hilos del par es 9.10^{-5} por 1° *C*.

1) A esta frecuencia el error es de 2 %.

Siemens & Halske, Berlin - Siemensstadt, Alemania
Catálogo: V. 1933

13826	0,3		65	30	10	16	10
13829	0,3		15	20	10	5	20
13830	0,3		1,5	20	50	4	100

Elementos en el vacío.

Hartmann & Braun, Frankfort a. M., Alemania
Catálogo: Tarif vert 1928

331	0,6		100	100	7	17	7
332	0,6		2	30	150	17	150

Elementos en el vacío, montados en forma de puente.

Anexo: CUADRO XII

Fluxímetros de índice mecánico o de índice óptico de longitud invariable

Tipo o N.º del catálogo	Peso kg	R_f Ω	$\tau_o = \frac{1}{2\,b_o}$ s	$\tau_{c/c} = \frac{1}{2\,b_{c/c}}$ s	Sensibilidad práctica Mx/div.	Número de divisiones	Longitud de la escala mm	Longitud del índice mm
Cambridge Instrument Co, London - Inglaterra Catálogo: List N.º 163 A, 173 y supplement to 173								
41130 [1])					10000	120	150	
41139 [2])					3000	250	500	

1) Aparato de índice mecánico.
2) Aparato de escala transparente móvil y amplificación óptica; la longitud indicada es la de la imagen de la escala.

NOTA. — Si el par director del aparato es apreciable, se indicará T_o, α_o y $\alpha_{c/c}$ en vez de las constantes de tiempo τ_o en circuito abierto y $\tau_{c/c}$ en corto-circuito, relativas a descargas prácticamente instantáneas.

El conocimiento de τ_o y $\tau_{c/c}$, además de dar una idea sobre la rapidez de las lecturas, permite verificar si en el circuito dado, de resistencia R, el amortiguamiento en circuito abierto es despreciable frente al electromagnético: esto se cumple cuando

$$\frac{R}{R_f} << \frac{\tau_{c/c}}{\tau_o - \tau_{c/c}}$$

INDICE

S. Gerszonowicz — UNIDADES ELECTRICAS Y FOTOMETRICAS, 1941.
Librería "El Ateneo", Buenos Aires, distribuidores.

Publicaciones, serie textos y complementos.

1940:

N.° 1 — **S. Gerszonowicz** — Galvanómetros: definición, propiedades generales, estudio del movimiento. Un folleto de 56 págs. 16 x 23 cm.

N.° 2 — **S. Gerszonowicz** — Galvanómetros de imán y cuadro móvil para corriente continua. Un folleto de 88 págs. 16 x 23 cm.

1941:

N.° 3 — **S. Gerszonowicz** — Galvanómetro balístico. Fluxímetro. Un folleto de 56 págs. 16 x 23 cm.

N.° 4 — **S. Gerszonowicz** — Determinación experimental de las constantes y características del galvanómetro de cuadro móvil. Un folleto de 40 págs. 16 x 23 cm.

1942:

N.° 5—**S. Gerszonowicz**—Galvanómetro de resonancia. Un folleto de 46 págs. 16 x 23 cm.

N.° 7 — **S. Gerszonowicz.** — Galvanómetros de cuerda y de bucle. Un folleto de 22 págs. 16 x 23 cm.

1943:

N.° 8 — **S. Gerszonowicz** — Electrodinamómetros; galvanómetros de inducción, de hierro y térmicos. Un folleto de 34 págs. 16 x 23 cm.

N.° 9 — **S. Gerszonowicz** — Estudio crítico de los catálogos de galvanómetros. Datos numéricos de los aparatos de construcción corriente. Un folleto de 43 págs. 16 x 23 cm.

Publicaciones, serie laboratorio.

N.° 6 — **D. Maggiolo de Gerszonowicz** — Prácticas de laboratorio (Medidas eléctricas). Parte I

Por todo lo relacionado con estas publicaciones dirigirse al Director del Instituto de Electrotécnica, Facultad de Ingeniería, calle Cerrito 73, Montevideo, R. O. del Uruguay.

Lit. e Imp. Del Comercio.
25 de Mayo 321